



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월14일
(11) 등록번호 10-1317293
(24) 등록일자 2013년10월04일

- (51) 국제특허분류(Int. C1.)
H02J 17/00 (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)
HO4B 5/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7026538
- (22) 출원일자(국제) 2009년06월03일
심사청구일자 2011년11월07일
- (85) 번역문제출일자 2011년11월07일
- (65) 공개번호 10-2011-0137392
- (43) 공개일자 2011년12월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2009/060107
- (87) 국제공개번호 WO 2010/119577
국제공개일자 2010년10월21일
- (30) 우선권주장
JP-P-2009-096993 2009년04월13일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2006517778 A*
KR1020040044116 A*
JP2000341171 A
JP2006518179 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 19 항

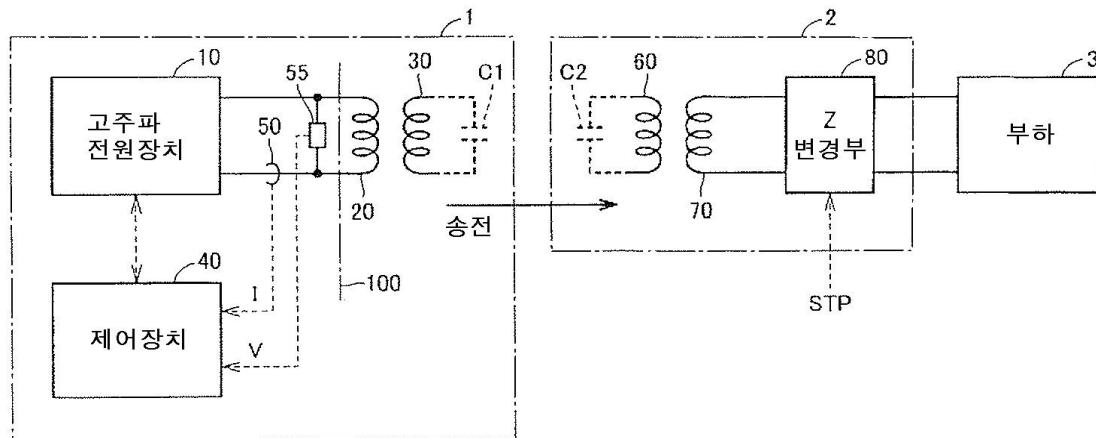
심사관 : 박원규

(54) 발명의 명칭 비접촉 급전 설비, 비접촉 수전 장치 및 비접촉 급전 시스템

(57) 요 약

급전 설비(1)의 1차 자기 공진 코일(30)과 수전 장치(2)의 2차 자기 공진 코일(60)이 전자장을 통해 공명함으로써 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 비접촉으로 급전이 행하여진다. 제어 장치(40)는, 고주파 전원 장치(10)를 제어함으로써 1차 자기 공진 코일(30)로부터 2차 자기 공진 코일(60)로의 급전을 제어한다. 여기서, 제어 장치(40)는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리에 따라 변화되는 S11 파라미터에 의거하여 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

수전 장치(2)의 수전용 공명기(60, 70)와 전자장을 통해 공명함으로써 상기 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 송전용 공명기에 접속되어, 소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전용 공명기로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 추정된 거리가 소정값 이하일 때, 상기 수전 장치로의 급전을 실행하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 상기 임피던스의 주파수 특성의 진폭 특성에 의거하여, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 상기 임피던스의 주파수 특성의 위상 특성에 의거하여, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 6

수전 장치(2)의 수전용 공명기(60, 70)와 전자장을 통해 공명함으로써 상기 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 송전용 공명기에 접속되어, 소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전용 공명기로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하고,

상기 제어 장치는, 상기 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 상기 수전 장치의 수전 필요 여부 및 상기 수전 장치로의 급전 가부를 판정하고, 상기 수전 장치로 급전 가능하다고 판정되었을 때, 상기 임피던스의 주파수 특성의 특이점에 의거하여 결정되는 공진 주파수를 가지는 전압을 발생시키도록 상기 전원 장치를 제어하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 7

수전 장치(2)의 수전용 공명기(60, 70)와 전자장을 통해 공명함으로써 상기 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 송전용 공명기에 접속되어, 소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전용 공명기로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)와,

상기 송전용 공명기에 입력되는 전류를 검출하는 전류 측정 수단(50)과,

상기 송전용 공명기에 입력되는 전압을 검출하는 전압 측정 수단(55)을 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하고,

상기 제어 장치는, 소정의 주파수대에 있어서의 복수의 주파수로 소정의 소전력이 상기 수전 장치로 출력되도록 상기 전원 장치를 제어하고, 상기 전압 측정 수단에 의해 검출되는 전압 및 상기 전류 측정 수단에 의해 검출되는 전류에 의거하여 상기 임피던스의 주파수 특성을 산출하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 8

수전 장치(2)의 수전용 공명기(60, 70)와 전자장을 통해 공명함으로써 상기 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 송전용 공명기에 접속되어, 소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전용 공명기로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하고,

상기 송전용 공명기는,

상기 전원 장치에 접속되는 1차 코일(20)과,

상기 1차 코일로부터 전자 유도에 의해 급전되어, 상기 전자장을 발생시키는 1차 자기 공진 코일(30)을 포함하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 9

급전 설비(1)의 송전용 공명기(20, 30)와 전자장을 통해 공명함으로써 상기급전 설비로부터 비접촉으로 수전하는 수전용 공명기(60, 70)와,

상기 급전 설비로부터의 수전 필요 여부를 상기 급전 설비에 있어서 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 판정 가능하도록, 상기 급전 설비로부터의 수전 필요 여부에 따라 임피던스를 변경하는 임피던스 변경 장치(80)를 구비하는 비접촉 수전 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 임피던스 변경 장치는, 상기 급전 설비로부터의 수전을 종료할 때, 상기 급전 설비에 있어서 상기 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 수전 종료를 검지 가능하도록 입력 임피던스를 변경하는, 비접촉 수전 장치.

청구항 11

소정의 고주파 전력을 출력 가능한 급전 설비(1)와,

상기 급전 설비로부터 비접촉으로 수전 가능한 수전 장치(2)를 구비하고,

상기 급전 설비는,

소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치에 접속되고, 상기 전원 장치로부터 전력을 받아 전자장을 발생시키는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전 장치로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 포함하고,

상기 수전 장치는, 상기 전자장을 통해 상기 송전용 공명기와 공명함으로써 상기 송전용 공명기로부터 비접촉으로 수전하는 수전용 공명기(60, 70)를 포함하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행하는, 비접촉 급전 시스템.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 추정된 거리가 소정값 이하일 때, 상기 수전 장치로의 급전을 실행하는, 비접촉 급전 시스템.

청구항 14

소정의 고주파 전력을 출력 가능한 급전 설비(1)와,

상기 급전 설비로부터 비접촉으로 수전 가능한 수전 장치(2)를 구비하고,

상기 급전 설비는,

소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치에 접속되고, 상기 전원 장치로부터 전력을 받아 전자장을 발생시키는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전 장치로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 포함하고,

상기 수전 장치는, 상기 전자장을 통해 상기 송전용 공명기와 공명함으로써 상기 송전용 공명기로부터 비접촉으로 수전하는 수전용 공명기(60, 70)를 포함하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하고,

상기 수전 장치는, 상기 급전 설비로부터의 수전을 종료할 때, 당해 수전 장치의 임피던스를 변경 가능하게 구성된 임피던스 변경 장치(80)를 더 포함하고,

상기 제어 장치는, 상기 수전 장치에 있어서 상기 임피던스 변경 장치에 의해 임피던스가 변경되었을 때의 미리 구해진 임피던스의 주파수 특성을 사용하여, 수전 종료에 수반하는 상기 수전 장치의 임피던스의 변경을 상기 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 검지하고, 그 검지 결과에 의거하여 상기 수전 장치로의 급전을 정지하는, 비접촉 급전 시스템.

청구항 15

소정의 고주파 전력을 출력 가능한 급전 설비(1)와,

상기 급전 설비로부터 비접촉으로 수전 가능한 수전 장치(2)를 구비하고,

상기 급전 설비는,

소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치에 접속되고, 상기 전원 장치로부터 전력을 받아 전자장을 발생시키는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전 장치로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 포함하고,

상기 수전 장치는, 상기 전자장을 통해 상기 송전용 공명기와 공명함으로써 상기 송전용 공명기로부터 비접촉으로 수전하는 수전용 공명기(60, 70)를 포함하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하고,

상기 송전용 공명기는,

상기 전원 장치에 접속되는 1차 코일(20)과,

상기 1차 코일로부터 전자 유도에 의해 급전되어, 상기 전자장을 발생시키는 1차 자기 공진 코일(30)을 포함하고,

상기 수전용 공명기는,

상기 전자장을 통해 상기 1차 자기 공진 코일과 공명함으로써 상기 1차 자기 공진 코일로부터 수전하는 2차 자기 공진 코일(60)과,

상기 2차 자기 공진 코일에 의해 수전된 전력을 전자 유도에 의해 취출하는 2차 코일(70)을 포함하는, 비접촉 급전 시스템.

청구항 16

수전 장치(2)의 수전용 공명기(60, 70)와 전자장을 통해 공명함으로써 상기 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 송전용 공명기에 접속되어, 소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전용 공명기로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 구비하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는, 상기 송전용 공명기 및 상기 수전용 공명기에 의해 형성되는 회로의 S11 파라미터에 의거하여, 급전 제어를 실행하며,

상기 S11 파라미터는 상기 회로의 입력 포트에 있어서의 반사 계수인, 비접촉 급전 설비.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 S11 파라미터에 의거하여 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행하는, 비접촉 급전 설비.

청구항 18

제9항에 있어서,

상기 임피던스 변경 장치는, 상기 급전 설비로부터의 수전 필요 여부를, 상기 송전용 공명기 및 상기 수전용 공명기에 의해 형성되는 회로의 S11 파라미터에 의거하여 상기 급전 설비에 있어서 판정 가능하도록, 상기 급전 설비로부터의 수전 필요 여부에 따라 임피던스를 변경하며,

상기 S11 파라미터는 상기 회로의 입력 포트에 있어서의 반사 계수인, 비접촉 수전 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 임피던스 변경 장치는, 상기 급전 설비로부터의 수전을 종료할 때, 상기 급전 설비에 있어서 상기 S11 파라미터에 의거하여 수전 종료를 검지 가능하도록 입력 임피던스를 변경하는, 비접촉 수전 장치.

청구항 20

소정의 고주파 전력을 출력 가능한 급전 설비(1)와,

상기 급전 설비로부터 비접촉으로 수전 가능한 수전 장치(2)를 구비하고,

상기 급전 설비는,

소정의 고주파 전압을 발생시키는 전원 장치(10)와,

상기 전원 장치에 접속되고, 상기 전원 장치로부터 전력을 받아 전자장을 발생시키는 송전용 공명기(20, 30)와,

상기 전원 장치를 제어함으로써 상기 송전용 공명기로부터 상기 수전 장치로의 급전을 제어하는 제어 장치(40)를 포함하고,

상기 수전 장치는, 상기 전자장을 통해 상기 송전용 공명기와 공명함으로써 상기 송전용 공명기로부터 비접촉으로 수전하는 수전용 공명기(60, 70)를 포함하고,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 급전 제어를 실행하는,

상기 제어 장치는, 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는, 상기 송전용 공명기 및 상기 수전용 공명기에 의해 형성되는 회로의 S11 파라미터에 의거하여, 급전 제어를 실행하며,

상기 S11 파라미터는 상기 회로의 입력 포트에 있어서의 반사 계수인, 비접촉 급전 시스템.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 S11 파라미터에 의거하여 상기 송전용 공명기와 상기 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행하는, 비접촉 급전 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은, 비접촉 급전 설비, 비접촉 수전 장치 및 비접촉 급전 시스템에 관한 것으로서, 특히, 급전 설비와 급전 설비로부터 수전하는 수전 장치의 각각에 설치되는 공명기를 전자장을 통해 공명시킴으로써 수전 장치로 비접촉으로 급전을 행하는 비접촉 급전 설비, 비접촉 수전 장치 및 비접촉 급전 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 환경을 배려한 차량으로서, 전기 자동차나 하이브리드 자동차 등의 전동 차량이 크게 주목을 받고 있다. 이를 차량은, 주행 구동력을 발생시키는 전동기와, 그 전동기에 공급되는 전력을 축적하는 재충전 가능한 축전 장치를 탑재한다. 또한, 하이브리드 자동차는, 전동기와 함께 내연기관을 동력원으로서 더 탑재한 자동차나, 차량 구동용 직류 전원으로서 축전 장치와 함께 연료전지를 더 탑재한 자동차이다.

[0003] 하이브리드 자동차에 있어서도, 전기 자동차와 마찬가지로, 차량 외부의 전원으로부터 차량 탑재된 축전 장치를 충전 가능한 차량이 알려져 있다. 예를 들면, 가속에 설치된 전원 콘센트와 차량에 설치된 충전구를 충전 케이블로 접속함으로써, 일반 가정의 전원으로부터 축전 장치를 충전 가능한 이른바 「플러그인 · 하이브리드 자동차」가 알려져 있다.

[0004] 한편, 송전 방법으로서, 전원 코드나 송전 케이블을 사용하지 않는 와이어리스 송전이 최근 주목을 받고 있다. 이 와이어리스 송전 기술로서는, 유력한 것으로서, 전자 유도를 사용한 송전, 마이크로파를 사용한 송전, 및 공

명법에 의한 송전의 3개의 기술이 알려져 있다.

- [0005] 이 중, 공명법은, 한 쌍의 공명기(예를 들면, 한 쌍의 자기 공진 코일)를 전자장(근접장)에 있어서 공명시켜, 전자장을 통해 송전하는 비접촉 송전 기술로서, 수kW의 대전력을 비교적 장거리(예를 들면, 수m) 송전하는 것도 가능하다(예를 들면, 특허문헌 1이나 비특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 국제공개 제2007/008646호 팜플렛

비특허문헌

- [0007] (비특허문헌 0001) Andre Kurs et al., "Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances", [online], 2007년 7월 6일, SCIENCE, 제317권, p.83-86, [평성 2007년 8월 17일 검색], 인터넷 <URL:<http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/317/5834/83.pdf>>

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 공명법을 이용한 비접촉 급전을 전동 차량 등의 실제 시스템에 적용하는 경우에는, 제어 시스템의 간소화가 과제이다. 예를 들면, 급전 설비와 수전 장치(예를 들면, 급전 설비로부터 급전을 받는 차량)의 사이에서 통신을 행하지 않고 급전 설비에 있어서 수전 장치의 존재 또는 수전 장치와의 거리를 판단할 수 있으면, 급전 설비와 수전 장치 사이의 통신 제어가 필요 없도록 할 수 있다. 그러나, 상기 문헌에서는, 그러한 과제에 대해서는 특별히 검토되고 있지 않다.
- [0009] 따라서, 본 발명의 목적은, 제어 시스템을 간소화 가능한 비접촉 급전 설비, 비접촉 수전 장치 및 비접촉 급전 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 의하면, 비접촉 급전 설비는, 송전용 공명기와, 전원 장치와, 제어 장치를 구비한다. 송전용 공명기는, 수전 장치의 수전용 공명기와 전자장을 통해 공명함으로써 수전 장치로 비접촉으로 송전한다. 전원 장치는, 송전용 공명기에 접속되어, 소정의 고주파 전압을 발생시킨다. 제어 장치는, 전원 장치를 제어함으로써 송전용 공명기로부터 수전용 공명기로의 급전을 제어한다. 여기서, 제어 장치는, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는, 송전용 공명기의 입력부로부터 수전용 공명기를 본 임피던스의 주파수 특성에 의거하여, 급전 제어를 실행한다. 또한, 임피던스는, 다음 식에 의해 S11 파라미터로 변환할 수 있기 때문에, 이하에서는, 임피던스 대신 S11 파라미터에 의해 급전 제어를 실행하는 것으로 기술한다.

$$S11 = (Z1 - Z_0) / (Z1 + Z_0) \quad \dots \quad (1)$$

- [0012] 여기서, Z1은, 송전용 공명기의 입력부로부터 수전용 공명기 측을 본 임피던스를 나타내고, Z0은, 입력부로부터 전원 장치 측을 본 임피던스를 나타낸다. 또한, Z1은, 송전용 공명기에 입력되는 전압(V1)과 송전용 공명기에 입력되는 전류(I1)를 사용하여, 다음 식에 의해 나타내진다.

$$Z1 = V1 / I1 \quad \dots \quad (2)$$

- [0014] 바람직하게는, 제어 장치는, S11 파라미터에 의거하여 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행한다.

- [0015] 바람직하게는, 제어 장치는, S11 파라미터에 의거하여 추정된 거리가 소정값 이하일 때, 수전 장치로의 급전을 실행한다.

- [0016] 바람직하게는, 제어 장치는, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 S11 파라미터의 진폭

특성에 의거하여, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리를 추정한다.

- [0017] 또한, 바람직하게는, 제어 장치는, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 S11 파라미터의 위상 특성에 의거하여, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리를 추정한다.
- [0018] 바람직하게는, 제어 장치는, S11 파라미터에 의거하여 수전 장치의 수전 필요 여부 및 수전 장치로의 급전 여부를 판정하고, 수전 장치로 급전 가능하다고 판정되었을 때, S11 파라미터의 특이점에 의거하여 결정되는 공진 주파수를 가지는 전압을 발생시키도록 전원 장치를 제어한다.
- [0019] 바람직하게는, 비접촉 급전 설비는, 전류 측정 수단과, 전압 측정 수단을 더 구비한다. 전류 측정 수단은, 송전 용 공명기에 입력되는 전류를 검출한다. 전압 측정 수단은, 송전용 공명기에 입력되는 전압을 검출한다. 그리고, 제어 장치는, 소정의 주파수대에 있어서의 복수의 주파수에서 소정의 소전력이 수전 장치로 출력되도록 전원 장치를 제어하고, 전압 측정 수단에 의해 검출되는 전압 및 전류 측정 수단에 의해 검출되는 전류에 의거하여 S11 파라미터를 산출한다.
- [0020] 바람직하게는, 송전용 공명기는, 1차 코일과, 1차 자기 공진 코일을 포함한다. 1차 코일은, 전원 장치에 접속된다. 1차 자기 공진 코일은, 1차 코일로부터 전자 유도에 의해 급전되어, 전자장을 발생시킨다.
- [0021] 또한, 본 발명에 의하면, 비접촉 수전 장치는, 수전용 공명기와, 임피던스 변경 장치를 구비한다. 수전용 공명기는, 급전 설비의 송전용 공명기와 전자장을 통해 공명함으로써 급전 설비로부터 비접촉으로 수전한다. 임피던스 변경 장치는, 급전 설비로부터의 수전 필요 여부를 급전 설비에 있어서 임피던스의 주파수 특성에 의거하여 판정 가능하도록, 급전 설비로부터의 수전 필요 여부에 따라 임피던스를 변경한다.
- [0022] 바람직하게는, 임피던스 변경 장치는, 급전 설비로부터의 수전을 종료할 때, 급전 설비에 있어서 S11 파라미터에 의거하여 수전 종료를 검지 가능하게 입력 임피던스를 변경한다.
- [0023] 또한, 본 발명에 의하면, 비접촉 급전 시스템은, 소정의 고주파 전력을 출력 가능한 급전 설비와, 급전 설비로부터 비접촉으로 수전 가능한 수전 장치를 구비한다. 급전 설비는, 전원 장치와, 송전용 공명기와, 제어 장치를 포함한다. 전원 장치는, 소정의 고주파 전압을 발생시킨다. 송전용 공명기는, 전원 장치에 접속되어, 전원 장치로부터 전력을 받아 전자장을 발생시킨다. 제어 장치는, 전원 장치를 제어함으로써 송전용 공명기로부터 수전 장치로의 급전을 제어한다. 수전 장치는, 수전용 공명기를 포함한다. 수전용 공명기는, 전자장을 통해 송전용 공명기와 공명함으로써 송전용 공명기로부터 비접촉으로 수전한다. 제어 장치는, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 S11 파라미터에 의거하여 급전 제어를 실행한다.
- [0024] 바람직하게는, 제어 장치는, S11 파라미터에 의거하여 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행한다.
- [0025] 바람직하게는, 제어 장치는, S11 파라미터에 의거하여 추정된 거리가 소정값 이하일 때, 수전 장치로의 급전을 실행한다.
- [0026] 바람직하게는, 수전 장치는, 임피던스 변경 장치를 더 포함한다. 임피던스 변경 장치는, 급전 설비로부터의 수전을 종료할 때, 당해 수전 장치의 임피던스를 변경 가능하게 구성된다. 제어 장치는, 수전 장치에 있어서 임피던스 변경 장치에 의해 임피던스가 변경되었을 때의 미리 구해진 S11 파라미터 특성을 이용하고, 수전 종료에 수반하는 수전 장치의 임피던스의 변경을 S11 파라미터에 의거하여 검지하며, 그 검지 결과에 의거하여 수전 장치로의 급전을 정지한다.
- [0027] 바람직하게는, 송전용 공명기는, 1차 코일과, 1차 자기 공진 코일을 포함한다. 1차 코일은, 전원 장치에 접속된다. 1차 자기 공진 코일은, 1차 코일로부터 전자 유도에 의해 급전되어, 전자장을 발생시킨다. 수전용 공명기는, 2차 자기 공진 코일과, 2차 코일을 포함한다. 2차 자기 공진 코일은, 전자장을 통해 1차 자기 공진 코일과 공명함으로써 1차 자기 공진 코일로부터 수전한다. 2차 코일은, 2차 자기 공진 코일에 의해 수전된 전력을 전자 유도에 의해 취출한다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 있어서는, 송전용 공명기와 수전용 공명기 사이의 거리에 따라 변화되는 S11 파라미터에 의거하여 급전 제어가 실행되기 때문에, 급전 설비와 수전 장치 사이에서 통신을 행하지 않고 급전 설비에 있어서 수전 장치의 존재 또는 수전 장치와의 거리를 판단할 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 급전 설비와 수전 장치 사이의 통신 제어가 필요 없도록 할 수 있다. 그 결과, 제어 시스템을 간소화 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 실시형태에 의한 비접촉 급전 시스템의 전체 구성도이다.
도 2는 공명법에 의한 송전에 관한 부분의 등가 회로도이다.
도 3은 도 2에 나타내는 회로망의 S11 파라미터의 진폭 특성을 나타낸 도면이다.
도 4는 1차 자기 공진 코일과 2차 자기 공진 코일 사이의 거리를 변화시킨 경우의 극소점의 주파수차와, 1차 자기 공진 코일과 2차 자기 공진 코일 사이의 거리와의 대응 관계를 나타낸 도면이다.
도 5는 극소점이 1개가 되는 거리보다 1차 자기 공진 코일과 2차 자기 공진 코일 사이의 거리가 길 때의 S11 파라미터의 진폭의 크기와, 1차 자기 공진 코일과 2차 자기 공진 코일 사이의 거리와의 대응 관계를 나타낸 도면이다.
도 6은 도 2에 나타내는 회로망의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸 도면이다.
도 7은 S11 파라미터 산출시에 주사(走査)한 주파수 범위에 있어서의 위상 특성의 최소값에서 최대값까지의 변화 폭과, 1차 자기 공진 코일과 2차 자기 공진 코일 사이의 거리와의 대응 관계를 나타낸 도면이다.
도 8은 도 1에 나타내는 임피던스 변경부에 있어서 2차 코일과 부하 사이의 선로가 개방되었을 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸 도면이다.
도 9는 도 1에 나타내는 제어 장치에 의해 실행되는 급전 제어의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
도 10은 제어 장치에 의해 실행되는 S11 파라미터 연산 처리의 순서를 나타내는 플로우 차트이다.
도 11은 도 1에 나타내는 수전 장치를 탑재한 전동 차량의 일례로서 나타내지는 하이브리드 자동차의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 본 발명의 실시형태에 대하여, 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.
[0031] 또한, 도면 중 동일 또는 상당 부분에는 동일한 부호를 붙이고 그 설명은 반복하지 않는다.
[0032] 도 1은, 본 발명의 실시형태에 의한 비접촉 급전 시스템의 전체 구성도이다. 도 1을 참조하여, 비접촉 급전 시스템은, 급전 설비(1)와, 수전 장치(2)를 구비한다. 급전 설비(1)는, 고주파 전원 장치(10)와, 1차 코일(20)과, 1차 자기 공진 코일(30)과, 제어 장치(40)와, 전류 측정 수단(50)과, 전압 측정 수단(55)을 포함한다.
[0033] 고주파 전원 장치(10)는, 1차 코일(20)에 접속되어, 제어 장치(40)로부터 받는 구동 신호에 의거하여 소정의 고주파 전압(예를 들면, 수MHz~10수MHz 정도)을 발생시킬 수 있다. 고주파 전원 장치(10)는, 예를 들면, 정현파 인버터 회로로 이루어지고, 제어 장치(40)에 의해 제어된다.
[0034] 1차 코일(20)은, 1차 자기 공진 코일(30)과 대략 동축 상에 배치하여 설치되고, 전자 유도에 의해 1차 자기 공진 코일(30)과 자기적으로 결합 가능하게 구성된다. 그리고, 1차 코일(20)은, 고주파 전원 장치(10)로부터 공급되는 고주파 전력을 전자 유도에 의해 1차 자기 공진 코일(30)로 급전한다.
[0035] 1차 자기 공진 코일(30)은, 양단(兩端)이 오픈(비접속)된 LC 공진 코일이고, 수전 장치(2)의 2차 자기 공진 코일(60)(후술)과 전자장을 통해 공명함으로써 수전 장치(2)로 비접촉으로 전력을 송전한다. 또한, C1은, 1차 자기 공진 코일(30)의 부유(浮遊) 용량을 나타내지만, 콘덴서를 실제로 설치해도 된다.
[0036] 전류 측정 수단(50)은, 1차 코일(20)에 입력되는 전류(I)를 검출하고, 그 검출값을 제어 장치(40)로 출력한다. 전압 측정 수단(55)은, 1차 코일(20)에 입력되는 전압(V)을 검출하고, 그 검출값을 제어 장치(40)로 출력한다. 전류 측정 수단(50)은, 예를 들면, 전류 센서로 이루어지고, 전압 측정 수단(55)은, 예를 들면, 전압 센서로 이루어진다.
[0037] 제어 장치(40)는, 고주파 전원 장치(10)를 제어하기 위한 구동 신호를 생성하고, 그 생성된 구동 신호를 고주파 전원 장치(10)로 출력한다. 그리고, 제어 장치(40)는, 고주파 전원 장치(10)를 제어함으로써 1차 자기 공진 코일(30)로부터 수전 장치(2)의 2차 자기 공진 코일(60)로의 급전을 제어한다.
[0038] 여기서, 제어 장치(40)는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리에 따라 변화되는, 계

면(100)로부터 1차 코일(20) 측을 본 S11 파라미터(이하 「상기 S11 파라미터」라고 칭한다)에 의거하여 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행한다. 더욱 상세하게는, 제어 장치(40)는, 상기 S11 파라미터에 의거하여 추정된 거리가 소정값 이하일 때, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전 제어를 실행하고, 상기 S11 파라미터에 의거하여 추정된 거리가 상기 소정값보다 클 때는 급전 제어를 실행하지 않는다.

- [0039] 또한, 상기 S11 파라미터는, 1차 코일(20), 1차 자기 공진 코일(30), 및 수전 장치(2)의 2차 자기 공진 코일(60) 및 2차 코일(70)로 이루어지는 회로망의 입력 포트[1차 코일(20)의 입력]에 있어서의 반사 계수이고, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전 개시 전이나, 급전 중에 있어서도 소정의 빈도로 정기적으로 산출된다. 또한, 상기 회로망에 있어서의 S11 파라미터의 특성에 대해서는, 나중에 자세하게 설명한다.
- [0040] 또한, 후술하는 바와 같이, 수전 장치(2)에 있어서 수전 종료에 수반하여 수전 장치(2)의 임피던스가 변경되는 바, 제어 장치(40)는, 수전 장치(2)에 있어서의 임피던스의 변경을 S11 파라미터에 의거하여 검지하고, 그 결과에 의거하여 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전을 정지한다. 또한, 제어 장치(40)의 기능 구성에 대해서도, 나중에 자세하게 설명한다.
- [0041] 한편, 수전 장치(2)는, 2차 자기 공진 코일(60)과, 2차 코일(70)과, 임피던스 변경부(80)를 포함한다.
- [0042] 2차 자기 공진 코일(60)도, 상기 서술한 1차 자기 공진 코일(30)과 마찬가지로 양단이 오픈(비접속)된 LC 공진 코일이고, 급전 설비(1)의 1차 자기 공진 코일(30)과 전자장을 통해 공명함으로써 급전 설비(1)로부터 비접속으로 전력을 수전한다. 또한, C2는, 2차 자기 공진 코일(60)의 부유 용량을 나타내지만, 콘덴서를 실제로 설치해도 된다.
- [0043] 2차 코일(70)은, 2차 자기 공진 코일(60)과 대략 동축 상에 배치하여 설치되고, 전자 유도에 의해 2차 자기 공진 코일(60)과 자기적으로 결합 가능하게 구성된다. 그리고, 2차 코일(70)은, 2차 자기 공진 코일(60)에 의해 수전된 전력을 전자 유도에 의해 취출하고, 그 취출된 전력을 임피던스 변경부(80)를 통해 부하(3)로 출력한다.
- [0044] 임피던스 변경부(80)는, 2차 코일(70)과 부하(3) 사이에 설치되고, 부하(3)의 임피던스가 변화되는 경우에 임피던스 변경부(80)의 입력 임피던스를 일정하게 조정한다. 일례로서, 임피던스 변경부(80)는, 입력 임피던스를 조정 가능한 컨버터로 이루어진다.
- [0045] 또한, 임피던스 변경부(80)는, 급전 설비(1)로부터의 수전 종료를 지시하는 신호(STP)에 의거하여 입력 임피던스를 소정값으로 변경한다. 즉, 급전 설비(1)로부터의 수전 종료가 지시되면, 임피던스 변경부(80)에 의해 수전 장치(2)의 임피던스가 소정값으로 변경된다. 그리고, 이 수전 종료에 수반하는 수전 장치(2)의 임피던스의 변경은, 급전 설비(1)의 제어 장치(40)에 의해 S11 파라미터에 의거하여 검지된다.
- [0046] 또한, 부하(3)의 임피던스가 변화되지 않는 경우에는, 전로를 차단 가능한 스위치나, 가변 임피던스 장치 등에 의해 임피던스 변경부(80)를 구성해도 된다.
- [0047] 도 2는, 공명법에 의한 송전에 관한 부분의 등가 회로도이다. 도 2를 참조하여, 이 공명법에서는, 2개의 음차(音叉)가 공명하는 것과 마찬가지로, 동일한 고유 진동수를 가지는 2개의 LC 공진 코일이 전자장(근접장)에 있어서 공명함으로써, 일방의 코일로부터 타방의 코일로 전자장을 통해 전력이 전송된다.
- [0048] 구체적으로는, 1차 코일(20)에 고주파 전원 장치(10)를 접속하고, 전자 유도에 의해 1차 코일(20)과 자기적으로 결합되는 1차 자기 공진 코일(30)로, 예를 들면, 수MHz~10수MHz 정도의 고주파 전력을 급전한다. 1차 자기 공진 코일(30)은, 코일 자체의 인덕턴스와 부유 용량(C1)에 의한 LC 공진기이고, 1차 자기 공진 코일(30)과 같은 공진 주파수를 가지는 2차 자기 공진 코일(60)과 전자장(근접장)을 통해 공명한다. 그렇게 하면, 1차 자기 공진 코일(30)로부터 2차 자기 공진 코일(60)로 전자장을 통해 에너지(전력)가 이동한다. 2차 자기 공진 코일(60)로 이동한 에너지(전력)는, 전자 유도에 의해 2차 자기 공진 코일(60)과 자기적으로 결합되는 2차 코일(70)에 의해 취출되어, 부하(3)로 공급된다.
- [0049] 또한, 상기 S11 파라미터는, 포트(P1, P2) 사이에 형성되는, 1차 코일(20), 1차 자기 공진 코일(30), 2차 자기 공진 코일(60) 및 2차 코일(70)로 이루어지는 회로망에 대하여, 포트(P1)로의 입력 전력[고주파 전원 장치(10)로부터 출력되는 전력]에 대한 반사 전력의 비율, 즉 포트(P1)의 반사 계수에 대응한다.
- [0050] 도 3은, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터의 진폭 특성을 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하여, 세로축은 S11 파라미터의 진폭을 나타내고, 가로축은 고주파 전원 장치(10)로부터 회로망에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 나타낸다. 곡선 k11은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D1인 때의 S11 파라미

터의 진폭 특성을 나타내고, 곡선 k12는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D2(>D1)인 때의 S11 파라미터의 진폭 특성을 나타낸다. 또한, 곡선 k13은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D3(>D2)인 때의 S11 파라미터의 진폭 특성을 나타내고, 곡선 k14는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D4(>D3)인 때의 S11 파라미터의 진폭 특성을 나타낸다.

[0051] 또한, 곡선 k11, k12, k13은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리(D1, D2, D3)가 가깝기 때문에 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 충분한 급전이 가능한 경우를 나타내고, 곡선 k14는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리(D4)가 너무 멀어져 있기 때문에 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 충분한 급전을 행할 수 없는 경우를 나타낸다.

[0052] 도 3에 나타내는 바와 같이, 공명법에 의한 송전을 실현하는 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터의 진폭 특성은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 근접하면 2개의 극소점(특이점)이 발생하고, 거리가 근접함에 따라서 극소점의 주파수(f₁₁, f₁₂)가 멀어진다. 또한, 거리가 멀어짐에 따라서 극소점의 주파수(f₁₁, f₁₂)가 근접하여, 어떤 일정한 거리(Db)에서 2개의 극소점이 1개가 된다. 또한, 극소점이 1개가 되는 거리(Db)로부터 멀어짐에 따라서, S11 파라미터의 진폭은 커진다는 특징을 가진다. 그래서, 이 실시형태에 있어서는, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전 개시에 있어서, 도 4에 나타내는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 변화시킨 경우의 극소점의 주파수차와, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리와의 대응 관계를 미리 구해 둔다. 그리고, 도 4에 나타낸 대응 관계에 의거하여, 극소점이 1개가 되는 거리(Db)보다 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 짧은 경우에 있어서는, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터를 산출하고, 그 산출된 S11 파라미터의 진폭에 나타나는 극소점의 주파수차로부터 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하는 것이 가능하다. 혹은, 도 5에 나타내는, 극소점이 1개가 되는 거리(Db)보다 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 길 때의 S11 파라미터의 진폭의 크기와, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리와의 대응 관계를 미리 구해 둔다. 그리고, 도 5에 나타낸 대응 관계에 의거하여, 극소점이 1개가 되는 거리(Db)보다 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 긴 경우에 있어서는, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터를 산출하고, 그 산출된 S11 파라미터의 진폭의 크기로부터 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하는 것이 가능하다. 그리고, 추정된 거리가 소정값 이하일 때, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전을 개시하는 것으로 한 것이다.

[0053] 또한, S11 파라미터의 진폭 특성 대신, S11 파라미터의 위상 특성에 의거하여 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정해도 된다.

[0054] 도 6은, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸 도면이다. 도 6을 참조하여, 세로축은 S11 파라미터의 위상을 나타내고, 가로축은 고주파 전원 장치(10)로부터 회로망에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 나타낸다. 곡선 k21은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D1인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타내고, 곡선 k22는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D2(>D1)인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸다. 또한, 곡선 k23은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D3(>D2)인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타내고, 곡선 k24는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D4(>D3)인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸다.

[0055] 또한, 곡선 k21, k22, k23은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리(D1, D2, D3)가 가깝기 때문에 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 충분한 급전이 가능한 경우를 나타내고, 곡선 k24는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리(D4)가 너무 멀어져 있기 때문에 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 충분한 급전을 행할 수 없는 경우를 나타낸다.

[0056] 도 6에 나타내는 바와 같이, 공명법에 의한 송전을 실현하는 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터의 위상 특성은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 근접하면 2개의 극소점 및 극대점이 발생하고, 거리가 근접함에 따라서, 소정의 주파수 범위에 있는 극소점과 극대점 사이에서 위상 특성의 변화의 기울기가 최대가 되는 점(특이점)의 주파수(f₂₁, f₂₂)가 멀어진다. 또한, 거리가 멀어짐에 따라서, 소정의 주파수 범위에 있는 극소점과 극대점 사이에서 위상 특성의 변화의 기울기가 최대가 되는 점(특이점)의 주파수(f₂₁, f₂₂)가 근접하여, 어떤 일정한 거리(Db)에서 2개의 극소점 및 극대점이 1개가 된다. 또한, 극소점 및 극대점이 1개가 되는 거리(Db)로부터 멀어지면, 어떤 일정한 거리(Dc)에서 극소점 및 극대점은 없어져서, 위상 특성은 단조 함수가 된다는 특징을 가진다. 한편, S11 파라미터 산출시에 주사한 주파수 범위에 있어서의 위상 특성의 최소값에서 최대값까지의 변화 폭($\Delta\Theta$)은, 거리가 멀어짐에 따라 커진다는 특징을 가진다.

- [0057] 그래서, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전 개시에 있어서, 도 4에 나타낸, 소정의 주파수 범위에 있는 극소점과 극대점 사이에서 위상 특성의 변화의 기울기가 최대가 되는 점의 주파수차와, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리와의 대응 관계를 미리 구해 둔다. 그리고, 도 4에 나타낸 대응 관계에 의거하여, 극소점 및 극대점이 1개가 되는 거리(Db)보다 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 짧은 경우에 있어서는, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터를 산출하고, 그 산출된 S11 파라미터의 위상에 나타나는, 소정의 주파수 범위에 있는 극소점과 극대점 사이에서 위상 특성의 변화의 기울기가 최대가 되는 점의 주파수차로부터, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하는 것이 가능하다. 혹은, 도 7에 나타내는, S11 파라미터 산출시에 주사한 주파수 범위에 있어서의 위상 특성의 최소값에서 최대값까지의 변화 폭($\Delta\theta$)과, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리와의 대응 관계를 미리 구해 둔다. 그리고, 도 7에 나타낸 대응 관계에 의거하여, 극소점 및 극대점이 1개가 되는 거리(Db)보다 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 짧은 경우에 있어서는, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터를 산출하고, 그 산출된 S11 파라미터의 위상에 나타나는, S11 파라미터 산출시에 주사한 주파수 범위에 있어서의 위상 특성의 최소값에서 최대값까지의 변화 폭($\Delta\theta$)으로부터, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하는 것이 가능하다.
- [0058] 도 8은, 도 1에 나타낸 임피던스 변경부(80)에 있어서 2차 코일(70)과 부하(3) 사이의 선로가 개방되었을 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸 도면이다. 도 8을 참조하여, 세로축은 S11 파라미터의 위상을 나타내고, 가로축은 고주파 전원 장치(10)로부터 회로망에 공급되는 고주파 전력의 주파수를 나타낸다. 곡선 31은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D1인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타내고, 곡선 32는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D2(>D1)인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸다. 또한, 곡선 33은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 D3(>D2)인 때의 S11 파라미터의 위상 특성을 나타낸다. 도 8에 나타내는 바와 같이, 공명법에 의한 송전을 실현하는 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터의 위상 특성은, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리에 의하지 않고, 단조 함수로 나타내진다는 특징을 가진다.
- [0059] 수전 장치(2)(도 1)에 있어서 수전 종료에 수반하여 수전 장치(2)의 임피던스가 소정값으로 변경되면, S11 파라미터의 위상 특성은, 도 8과 같이 변화된다. 그래서, 이 실시형태에 있어서는, 수전 장치(2)의 수전 종료에 있어서, 도 2에 나타낸 회로망의 S11 파라미터를 산출하고, 그 산출된 S11 파라미터의 위상 특성이 단조함수이면, 수전 장치(2)에 있어서의 임피던스의 변화, 즉 수전 종료를 급전 설비(1) 측에서 검지할 수 있다.
- [0060] 도 9는, 도 1에 나타낸 제어 장치(40)에 의해 실행되는 급전 제어의 처리 순서를 나타내는 플로우 차트이다. 또한, 이 플로우 차트의 처리는, 일정 시간마다 또는 소정의 조건이 성립할 때마다 메인 루틴으로부터 호출되어 실행된다.
- [0061] 도 9를 참조하여, 제어 장치(40)는, 후술의 S11 파라미터 연산 처리에 의해 얻어지는, 주사 주파수($f_1 \sim f_m$)(m 은 2 이상의 자연수)의 S11 파라미터에 의거하여, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 계산한다(단계 S10). 예를 들면, 도 3이나 도 6에서 설명한 바와 같이, S11 파라미터의 진폭 특성 또는 위상 특성에 의거하여, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정된다.
- [0062] 이어서, 제어 장치(40)는, 주사 주파수($f_1 \sim f_m$)의 S11 파라미터에 의거하여 수전 장치(2)(도 1)에 있어서의 수전 필요 여부를 판단한다(단계 S20). 예를 들면, 도 8에서 설명한 바와 같이, 산출된 S11 파라미터의 위상 특성과 도 8에 나타내는 위상 특성의 비교 결과에 의거하여, 수전 장치(2)에 있어서의 수전 필요 여부가 판단된다.
- [0063] 그리고, 제어 장치(40)는, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 대전력을 출력 가능한지의 여부를 판정한다(단계 S30). 상세하게는, 단계 S10에 있어서 추정된 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 소정값 이하이고, 또한, 단계 S20에 있어서 수전 장치(2)에 있어서 수전이 요구되고 있다고 판단되었을 때, 제어 장치(40)는, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 대전력을 출력 가능하다고 판정한다. 또한, 상기 소정값은, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로의 급전을 실시 가능한 값으로 설정된다.
- [0064] 단계 S30에 있어서 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 대전력을 출력 가능하다고 판정되면(단계 S30에 있어서 YES), 제어 장치(40)는, 산출된 S11 파라미터에 의거하여 공진 주파수(f_0)를 결정한다(단계 S40). 이 공진 주파수(f_0)는, S11 파라미터의 진폭 특성에 나타나는 극소점 혹은 위상 특성에 나타나는, 소정의 주파수 범위에 있는 극소점과 극대점의 사이에서 위상 특성의 변화의 기울기가 최대가 되는 점에 있어서의 주파수이다.
- [0065] 그리고, 제어 장치(40)는, 그 결정된 공진 주파수(f_0)를 가지는 대전력(급전 전력)이 급전 설비(1)로부터 수전

장치(2)로 출력되도록, 고주파 전원 장치(10)를 제어하기 위한 구동 신호를 생성하여 고주파 전원 장치(10)로 출력한다(단계 S50).

[0066] 또한, 단계 S30에 있어서 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 대전력을 출력가능하지 않다고 판정되면(단계 S30에 있어서 NO), 대전력의 출력이 정지된다(단계 S60). 또한, 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 대전력이 출력되고 있지 않은 경우에는, 대전력의 출력이 금지된다.

[0067] 도 10은, 제어 장치(40)에 의해 실행되는 S11 파라미터 연산 처리의 순서를 나타내는 플로우 차트이다. S11 파라미터는, 소정의 주파수대를 소정 간격으로 주사 함으로써 얻어진다. 구체적으로는, 예를 들면, 도 6이나 도 8에 나타내지는 주파수 범위가 소정의 주파수대로서 설정되고, 그 주파수대에 있어서 소정 간격으로 순차 변화되는 m개의 주사 주파수마다에 S11 파라미터가 산출된다. 또한, 도 10에 나타내지는 플로우 차트의 처리는, 도 9에 나타낸 급전 제어의 처리에 일정 주기로 끼어들어, 도 9에 나타낸 플로우 차트의 처리와 비교하여 충분히 짧은 주기로 실행된다.

[0068] 도 10을 참조하여, 제어 장치(40)는, 먼저 카운트 값(n)으로 1을 설정한다 (단계 S110). 이어서, 제어 장치(40)는, 주사 주파수(fn)를 가지는 소전력(본격적인 급전시보다 작은 전력)이 급전 설비(1)로부터 수전 장치(2)로 출력되도록, 고주파 전원 장치(10)를 제어하기 위한 구동 신호를 생성하여 고주파 전원 장치(10)로 출력한다(단계 S120).

[0069] 이어서, 제어 장치(40)는, 1차 코일(20)에 입력되는 전류(I)의 검출값을 전류 측정 수단(50)으로부터 취득하고, 1차 코일(20)에 입력되는 전압(V)의 검출값을 전압 측정 수단(55)으로부터 취득하며, 아울러 위상차를 취득한다(단계 S130). 그리고, 제어 장치(40)는, 그러한 취득한 정보에 의거하여, 주사 주파수(fn)의 S11 파라미터를 다음 식에 의해 산출한다 (단계 S140).

$$S11=((V/I)-Z0)/((V/I)+Z0) \quad \dots \quad (3)$$

[0070] 여기서, Z0은, 1차 코일(20)의 전력 입력부로부터 고주파 전원 장치(10) 측을 본 임피던스를 나타낸다. 그리고, 주사 주파수(fn)의 S11 파라미터가 산출되면, 제어 장치(40)는, 카운트 값(n)이 m보다 작은지의 여부를 판정한다(단계 S150). 카운트 값(n)이 m보다 작다고 판정되면(단계 S150에 있어서 YES), 제어 장치(40)는, 카운트 값(n)으로 (n+1)을 설정하고(단계 S160), 단계 S120으로 처리를 이행한다. 한편, 단계 S150에 있어서 카운트 값(n)이 m이상이라고 판정되면(단계 S150에 있어서 NO), 제어 장치(40)는, 단계 S170으로 처리를 이행하여, 일련의 처리가 종료된다.

[0071] 또한, 상기의 제어를 행함에 있어서, S11 파라미터를 산출하기 위하여, 네트워크 애널라이저와 같이 방향성 결합기를 사용한 방법으로도 동일하게 실현할 수 있다. 또한, S파라미터 대신, Z파라미터나 Y파라미터 등을 사용해도 동일하게 실현할 수 있다.

[0072] 도 11은, 도 1에 나타낸 수전 장치(2)를 탑재한 전동 차량의 일례로서 나타나는 하이브리드 자동차의 구성도이다. 도 11을 참조하여, 하이브리드 자동차(200)는, 축전 장치(210)와, 시스템 메인 릴레이(SMR1)와, 승압 컨버터(220)와, 인버터(230, 232)와, 모터 제너레이터(240, 242)와, 엔진(250)과, 동력 분할 장치(260)와, 구동륜(270)을 포함한다. 또한, 하이브리드 자동차(200)는, 2차 자기 공진 코일(60)과, 2차 코일(70)과, 임피던스 변경부(80)와, 정류기(280)와, 시스템 메인 릴레이(SMR2)와, 차량 ECU(290)를 더 포함한다.

[0073] 하이브리드 자동차(200)는, 엔진(250) 및 모터 제너레이터(242)를 동력원으로서 탑재한다. 엔진(250) 및 모터 제너레이터(240, 242)는, 동력 분할 장치(260)에 연결된다. 그리고, 하이브리드 자동차(200)는, 엔진(250) 및 모터 제너레이터(242)의 적어도 일방이 발생하는 구동력에 의해 주행한다. 엔진(250)이 발생하는 동력은, 동력 분할 장치(260)에 의해 2 경로로 분할된다. 즉, 일방은 구동륜(270)으로 전달되는 경로이고, 다른 일방은 모터 제너레이터(240)로 전달되는 경로이다.

[0074] 모터 제너레이터(240)는, 교류 회전 전기이고, 예를 들면, 로터에 영구 자석이 매설된 삼상 교류 동기 전동기로 이루어진다. 모터 제너레이터(240)는, 동력 분할 장치(260)를 통해 엔진(250)의 운동에너지를 사용하여 발전한다. 예를 들면, 축전 장치(210)의 충전 상태(「SOC(State Of Charge)」라고도 칭해진다.)가 미리 정해진 값보다 낮아지면, 엔진(250)이 시동하여 모터 제너레이터(240)에 의해 발전이 행하여져서, 축전 장치(210)가 충전된다.

[0075] 모터 제너레이터(242)도, 교류 회전 전기이고, 모터 제너레이터(240)와 마찬가지로, 예를 들면, 로터에 영구 자석이 매설된 삼상 교류 동기 전동기로 이루어진다. 모터 제너레이터(242)는, 축전 장치(210)에 축적된 전력 및 모터 제너레이터(240)에 의해 발전된 전력의 적어도 일방을 사용하여 구동력을 발생시킨다. 그리고, 모터 제너

레이터(242)의 구동력은, 구동륜(270)에 전달된다.

- [0077] 또한, 차량의 제동시나 하향 경사면에서의 가속도 저감시에는, 운동에너지거나 위치에너지로서 차량에 축적된 역학적 에너지가 구동륜(270)을 통해 모터 제너레이터(242)의 회전 구동에 사용되어, 모터 제너레이터(242)가 발전기로서 작동한다. 이것에 의해, 모터 제너레이터(242)는, 주행 에너지를 전력으로 변환하여 제동력을 발생시키는 회생 브레이크로서 작동한다. 그리고, 모터 제너레이터(242)에 의해 발전된 전력은, 축전 장치(210)에 축적된다.
- [0078] 동력 분할 장치(260)는, 선 기어와, 피니언 기어와, 캐리어와, 링 기어를 포함하는 유성 톱니바퀴로 이루어진다. 피니언 기어는, 선 기어 및 링 기어와 결어맞춰진다. 캐리어는, 피니언 기어를 자전 가능하게 지지함과 함께, 엔진(250)의 크랭크 샤프트에 연결된다. 선 기어는, 모터 제너레이터(240)의 회전축에 연결된다. 링 기어는 모터 제너레이터(242)의 회전축 및 구동륜(270)에 연결된다.
- [0079] 시스템 메인 릴레이(SMR1)는, 축전 장치(210)와 승압 컨버터(220) 사이에 배치하여 설치되고, 차량 ECU(290)로부터의 신호에 따라 축전 장치(210)를 승압 컨버터(220)에 전기적으로 접속한다. 승압 컨버터(220)는, 정류선(PL2)의 전압을 축전 장치(210)의 출력 전압 이상의 전압으로 승압한다. 또한, 승압 컨버터(220)는, 예를 들면, 직류 초퍼 회로로 이루어진다. 인버터(230, 232)는, 각각 모터 제너레이터(240, 242)를 구동한다. 또한, 인버터(230, 232)는, 예를 들면, 삼상 브리지 회로로 이루어진다.
- [0080] 2차 자기 공진 코일(60), 2차 코일(70) 및 임피던스 변경부(80)는, 도 1에서 설명한 바와 같다. 정류기(280)는, 2차 코일(70)에 의해 취출된 교류 전력을 정류한다. 시스템 메인 릴레이(SMR2)는, 정류기(280)와 축전 장치(210) 사이에 배치하여 설치되고, 차량 ECU(290)로부터의 신호에 따라 정류기(280)를 축전 장치(210)에 전기적으로 접속한다.
- [0081] 차량 ECU(290)는, 주행 모드시, 시스템 메인 릴레이(SMR1, SMR2)를 각각 온, 오프로 한다. 그리고, 차량 ECU(290)는, 차량의 주행시, 액셀러레이터 개도나 차량속도, 기타 다양한 센서로부터의 신호에 의거하여, 승압 컨버터(220) 및 모터 제너레이터(240, 242)를 구동하기 위한 신호를 생성하고, 그 생성한 신호를 승압 컨버터(220) 및 인버터(230, 232)로 출력한다.
- [0082] 또한, 급전 설비(1)(도 1)로부터 하이브리드 자동차(200)로의 급전이 행하여질 때, 차량 ECU(290)는, 시스템 메인 릴레이(SMR2)를 온으로 한다. 이것에 의해, 2차 자기 공진 코일(60)에 의해 수전된 전력이 축전 장치(210)로 공급된다. 그리고, 축전 장치(210)의 SOC가 상한값을 넘으면, 차량 ECU(290)는, 임피던스 변경부(80)로 임피던스의 변경 지령을 출력한다. 또한, 상기 서술한 바와 같이, 임피던스 변경부(80)에 의한 임피던스의 변경은, 급전 설비(1)에 있어서 S11 파라미터에 의거하여 검지되어, 급전 설비(1)로부터 하이브리드 자동차(200)로의 급전이 정지한다.
- [0083] 또한, 시스템 메인 릴레이(SMR1, SMR2)를 함께 온 시킴으로써, 차량의 주행 중에 급전 설비(1)로부터 수전하는 것도 가능하다.
- [0084] 또한, 임피던스 변경부(80)가 릴레이 스위치인 경우, 시스템 메인 릴레이(SMR2)는 없어도 된다. 또한, 정류기(280)와 축전 장치(210) 사이에, 정류기(280)에 의해 정류된 직류 전력을 축전 장치(210)의 전압 레벨로 전압 변환하는 DC/DC 컨버터를 설치해도 된다.
- [0085] 이상과 같이, 이 실시형태에 있어서는, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리에 따라 변화되는 S11 파라미터에 의거하여, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리가 추정된다. 그리고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어가 실행되기 때문에, 급전 설비(1)와 수전 장치(2)의 사이에서 통신을 행하지 않고 급전 설비(1)에 있어서 수전 장치(2)의 존재 또는 수전 장치(2)와의 거리를 판단할 수 있다. 또한, 이 실시형태에 있어서는, 수전 장치(2)에 있어서 수전 종료에 수반하여 수전 장치(2)의 임피던스가 변경된다. 그리고, 그 임피던스의 변경을 급전 설비(1)에 있어서 S11 파라미터에 의거하여 검지하도록 하였기 때문에, 급전 설비(1)와 수전 장치(2) 사이에서 통신을 행하지 않고 급전 설비(1)에 있어서 수전 장치(2)의 수전 종료를 검지할 수 있다. 따라서 이 실시형태에 의하면, 급전 설비(1)와 수전 장치(2) 사이의 통신 제어가 필요 없도록 할 수 있다. 그 결과, 제어 시스템을 간소화할 수 있다.
- [0086] 또한, 상기의 실시형태에 있어서는, S11 파라미터에 의거하여 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하고, 그 추정된 거리에 의거하여 급전 제어를 실행하는 것으로 하였지만, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하지 않고, S11 파라미터에 의거하여 직접 급전 제어를 실행해도 된다. 예를 들면, 급전을 실시할지의 여부의 S11 파라미터의 문턱값을, 1차 자기 공진 코일(30)과

2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리에 의거하여 미리 결정해 둠으로써, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 추정하지 않고 S11 파라미터에 의거하여 급전 제어를 실행 가능하다.

[0087] 또한, 상기의 실시형태에 있어서는, 임피던스 변경부(80)는, 부하(3)의 임피던스가 변화되는 경우에 임피던스 변경부(80)의 입력 임피던스를 일정하게 조정하는 것으로 하였으나, 이 기능은, 반드시 필요한 것은 아니다. 부하(3)의 임피던스가 변화되면, 공진 주파수가 변화되어, S11 파라미터에 의해 추정한 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리에 오차가 생긴다. 그러나, 이 오차를 허용할 수 있는 경우에는, 부하(3)의 임피던스 변화에 따라 입력 임피던스를 일정하게 조정하는 기능은 불필요하고, 임피던스 변경부(80)는, 급전 설비(1)로부터의 수전 종료를 지시하는 신호(STP)에 의거하여 입력 임피던스를 소정값으로 변경하는 기능만을 구비하고 있으면 된다. 또한, 부하(3)의 임피던스가 애초에 변화되지 않는 경우에는, 수전 중에 부하(3)의 임피던스 변화에 따라 입력 임피던스를 일정하게 조정하는 기능을 임피던스 변경부(80)이 구비하고 있지 않아도, 1차 자기 공진 코일(30)과 2차 자기 공진 코일(60) 사이의 거리를 양호한 정밀도로 추정하는 것이 가능하다.

[0088] 또한, 상기의 실시형태에 있어서는, 1차 코일(20)을 사용하여 전자 유도에 의해 1차 자기 공진 코일(30)로의 급전을 행하고, 2차 코일(70)을 사용하여 전자 유도에 의해 2차 자기 공진 코일(60)로부터 전력을 취출하는 것으로 하였으나, 1차 코일(20)을 설치하지 않고 고주파 전원 장치(10)로부터 1차 자기 공진 코일(30)로 직접 급전하고, 2차 코일(70)을 설치하지 않고 2차 자기 공진 코일(60)로부터 전력을 직접 취출해도 된다.

[0089] 또한, 상기에 있어서는, 한 쌍의 자기 공진 코일을 공명시킴으로써 송전하는 것으로 하였으나, 공명체로서 한 쌍의 자기 공진 코일 대신 한 쌍의 고유전체 디스크를 사용해도 된다. 고유전체 디스크는, 고유전율재로 이루어지고, 예를 들면, TiO_2 나 $BaTi_4O_9$, $LiTaO_3$ 등이 사용된다.

[0090] 또한, 상기에 있어서는, 수전 장치(2)를 탑재한 전동 차량의 일례로서, 동력 분할 장치(260)에 의해 엔진(250)의 동력을 분할하여 구동륜(270)과 모터 제너레이터(240)에 전달 가능한 시리즈/패럴렐형의 하이브리드 자동차에 대하여 설명하였으나, 본 발명은, 그 밖의 형식의 하이브리드 자동차에도 적용 가능하다. 즉, 예를 들면, 모터 제너레이터(240)를 구동하기 위해서만 엔진(250)을 사용하고, 모터 제너레이터(242)에서만 차량의 구동력을 발생시키는, 이른바 시리즈형의 하이브리드 자동차나, 엔진(250)이 생성한 운동에너지 중 회생에너지만이 전기 에너지로서 회수되는 하이브리드 자동차, 엔진을 주동력으로서 필요에 따라 모터가 어시스트하는 모터 어시스트 형의 하이브리드 자동차 등에도 본 발명은 적용 가능하다. 또한, 본 발명은, 엔진(250)을 구비하지 않고 전력만으로 주행하는 전기 자동차나, 직류 전원으로서 축전 장치(210)에 더하여 연료전지를 더 구비하는 연료전지차에도 적용 가능하다.

[0091] 또한, 상기에 있어서, 1차 자기 공진 코일(30) 및 1차 코일(20)은, 본 발명에 있어서의 「송전용 공명기」의 일 실시예를 형성하고, 2차 자기 공진 코일(60) 및 2차 코일(70)은, 본 발명에 있어서의 「수전용 공명기」의 일 실시예를 형성한다. 또한, 임피던스 변경부(80)는, 본 발명에 있어서의 「임피던스 변경 장치」의 일 실시예를 형성한다.

[0092] 이번에 개시된 실시형태는, 모든 점에서 예시로서 제한적인 것이 아니라고 생각되어야 한다. 본 발명의 범위는, 상기한 실시형태의 설명이 아니라 청구범위에 의해 나타나고, 청구범위와 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.

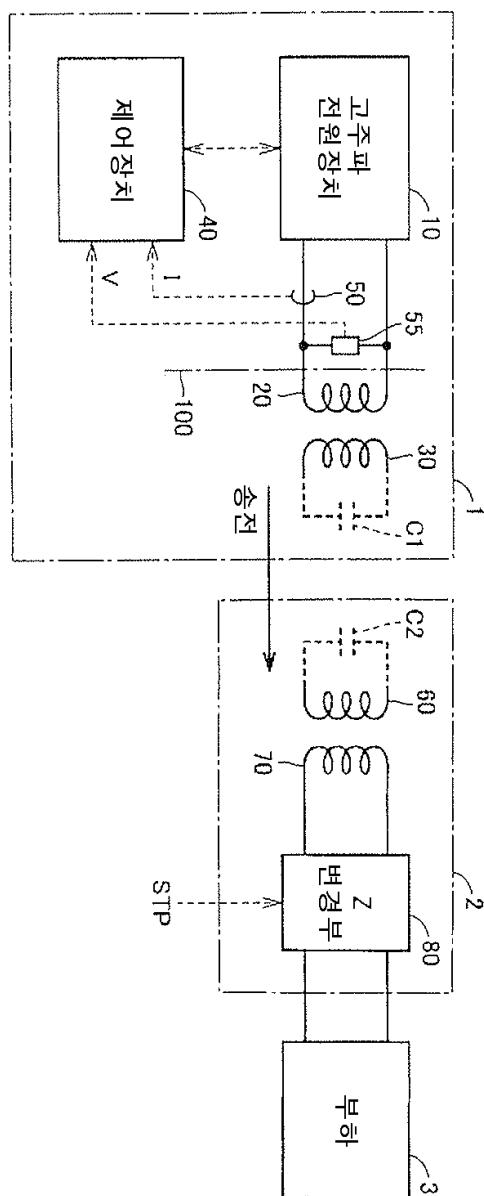
부호의 설명

1 : 급전 설비	2 : 수전 장치
3 : 부하	10 : 고주파 전원 장치
20 : 1차 코일	30 : 1차 자기 공진 코일
40 : 제어 장치	50 : 전류 측정 수단
55 : 전압 측정 수단	60 : 2차 자기 공진 코일
70 : 2차 코일	80 : 임피던스 변경부
200 : 하이브리드 자동차	210 : 축전 장치
220 : 승압 컨버터	230, 232 : 인버터

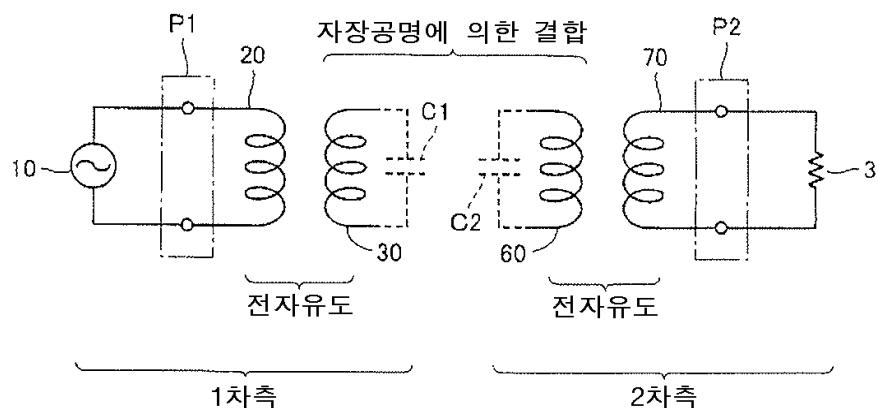
240, 242 : 모터 제너레이터	250 : 엔진
260 : 동력 분할 장치	270 : 구동륜
280 : 정류기	290 : 차량 ECU
C1, C2 : 부유 용량	SMR1, SMR2 : 시스템 메인 릴레이
PL1, PL2 : 정극선	NL : 부극선

도면

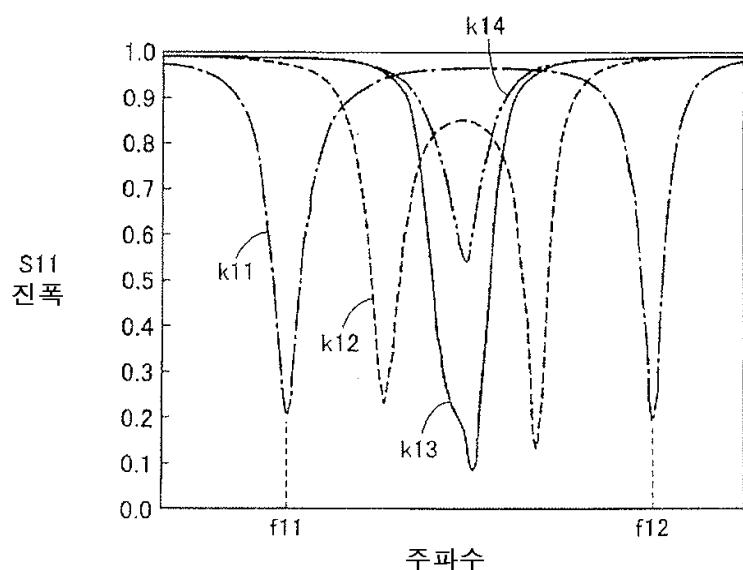
도면1



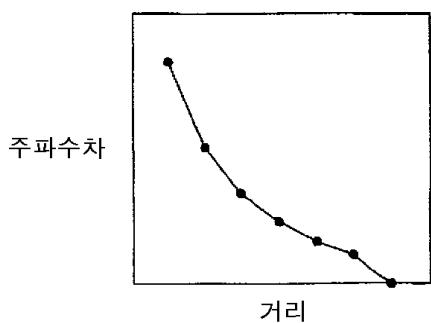
도면2



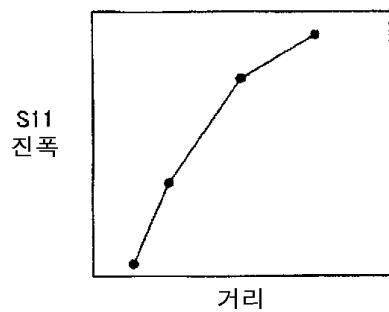
도면3



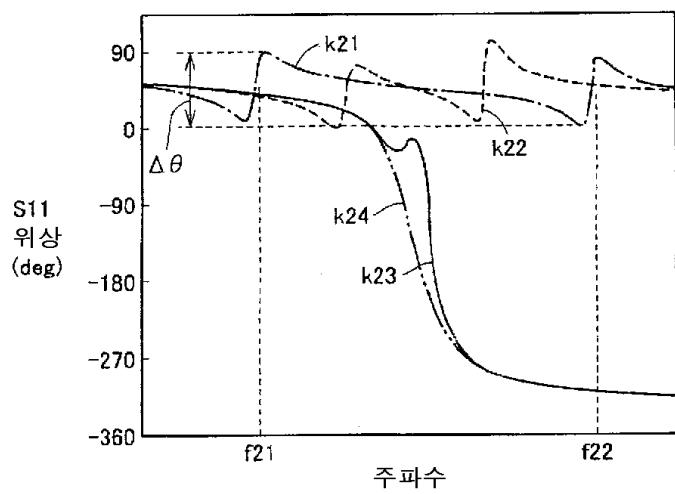
도면4



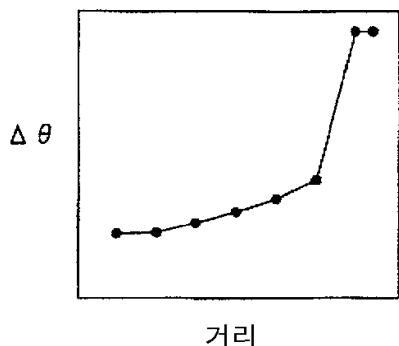
도면5



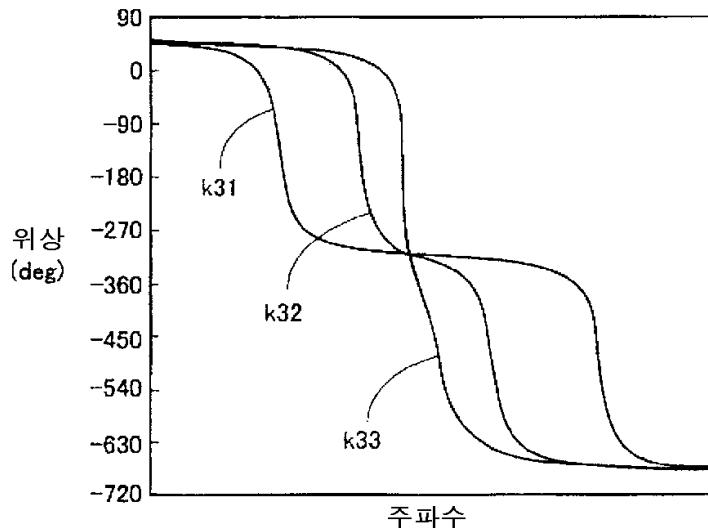
도면6



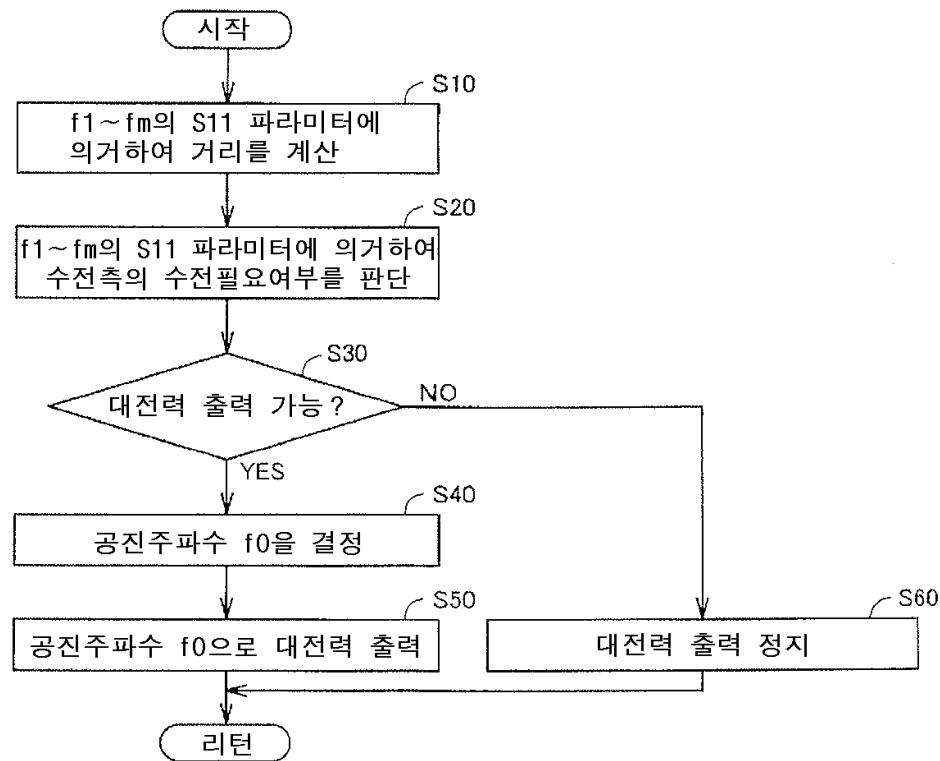
도면7



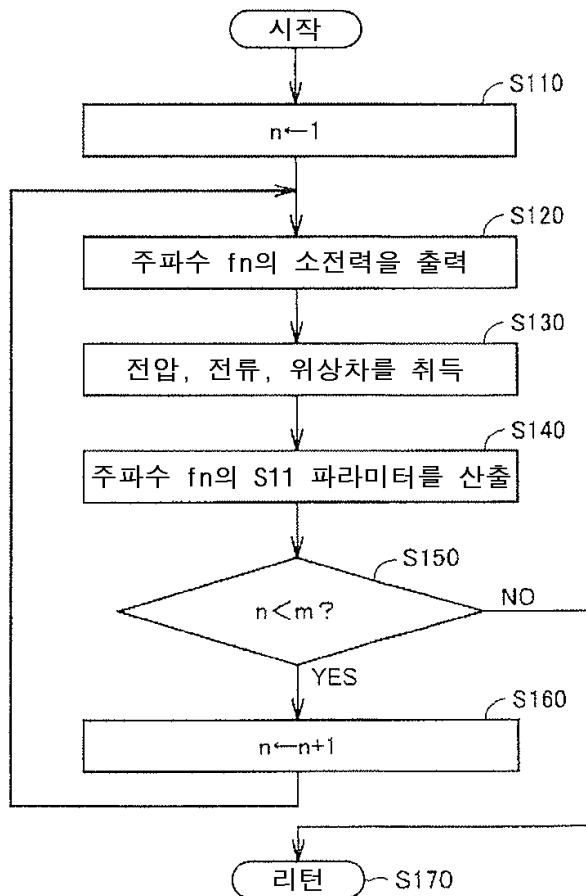
도면8



도면9



도면10



도면11

